

Дупчење и минирање
Drilling and Blasting

IV Симпозиум од областа на рударството
со меѓународно учество
IV Symposium in the field of Mining
with international participation

ОРГАНИЗАТОР:
РУДАРСКО - ГЕОЛОШКИ ФАКУЛТЕТ - ШТИП
КАТЕДРА ЗА ПОВРШИНСКА ЕКСПЛОАТАЦИЈА

ORGANIZER:
Faculty of Mining and Geology, Stip
Department of Surface Mining
Republic of Macedonia



ЗБОРНИК НА ТРУДОВИ

СОВРЕМЕНИ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ ВО РУДАРСТВОТО

PROCEEDINGS

MODERN TECHNIQUES AND TECHNOLOGIES IN MINING



30. 05 - 02.06.2006, Охрид, Реп. Македонија
30. 05 - 02.06.2006, Ohrid, Rep. of Macedonia

Дупчење и Минирање

Drilling and Blasting

IV Симпозиум од областа на рударството
со меѓународно учество

IV Symposium in the field of Mining with
international participation
Ohrid, 31. 05 - 02.06. 2006

ОРГАНИЗАТОР:

Рударско - геолошки факултет, Штип
Катедра за површинска експлоатација

IV Симпозиум од областа на рударството
со меѓународно учество

СОВРЕМЕНИ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ ВО РУДАРСТВОТО

ЗБОРНИК НА ТРУДОВИ

Меѓународен научен совет:

ОХРИД, Хотел "ГРАНИТ", 31.05 - 02.06.2006 год.
Република Македонија

Зборник на трудови:
**СОВРЕМЕНИ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ
ВО РУДАРСТВОТО**

Издавач:

Рударско - геолошки факултет, Штип
Катедра за површинска експлоатација
тел.: (+389)32 223420, 223419, факс: (+389)32 223411
е-маил: rdambov@rgf.ukim.edu.mk, dambov2004@yahoo.com

Уредници:

Проф. д-р Стојан Здравев
Доц. д-р Ристо Дамбов

Лектор:

Проф. Вангел Карагунов

Печатница:

"2 - ри Август" Штип

Година:

2006

Тираж:

250 примероци

CIP - Каталогизација во публикација Народна библиотека
"Гоце Делчев", Штип

Рударско - геолошки факултет, (IV ; 2006 ; Охрид)

СОВРЕМЕНИ техники и технологии во рударството : зборник на трудови /
уредници Стојан Здравев, Ристо Дамбов. - Штип : Рударско - геолошки факултет,
2006 (Штип : 2-ри Август). - 690 стр. : илустр ; 24

Тираж 250

Литература кон поделните трудови. - Резиме на англиски јазик
а)Рударство - Технологии

622.233/.235

ISBN 9989-618-31-3

COBISS. - ID 512180724

*Сите права и одговорности за одпечатениите трудови ги
задржуваат авторите.*

*Не е дозволено да ниту еден дел од оваа книга биде репродуциран,
снимен или фотокопиран без дозвола на авторите и издавачот.*

**ОРГАНИЗАТОР НА СИМПОЗИУМОТ:
РУДАРСКО - ГЕОЛОШКИ ФАКУЛТЕТ
КАТЕДРА ЗА ПОВРШИНСКА ЕКСПЛОАТАЦИЈА**

ОРГАНИЗАЦИОНЕН ОДБОР:

- > Проф. д-р Стојан Здравев, - претседател, РГФ - Штип
- > Доц. д-р Ристо Дамбов, - потпретседател, РГФ - Штип
- > М-р Стефко Бошески, потпретседател, Рудироеки, Скопје
- > М-р Дејан Миравски, - секретар, РГФ - Штип
- > Доц. д-р Зоран Десидов, РГФ - Штип
- > Проф. д-р Росе Смилески, ВА "Ген. М. Ајоскиолски, Скопје
- > Андреј Кейески, цеменарница "Усје", Скопје
- > Љубчо Трајковски, Републички рударски инспектор, Скопје
- > М-р Коста Јованов, Министерство за економија
- > Трифун Милевски, ЕЛЕМ - Скопје
- > Зоран Костиоски, ФХЛ "Мермерен Комбинаи" - Прилеп
- > Миле Стефанов, рудници "Бањани", Скопје
- > М-р Горан Стојкоски, руд. "Бела Пола", - Прилеп
- > Марија Петреска, Стојанска комора на РМ
- > Слободан Марковски, рудник "Саса МР", М. Каменица
- > Драган Насевски, АДГ "Маврово" - Скопје
- > Русе Данилов, РЕК - Битола, Битола
- > Стојанимир Аврамовски, РЕК Осломеј, Кичево
- > Коста Пренцов, АД "Киро Кучук" - Велес
- > Зоран Трајановски, ГД Грании, Скопје
- > М-р Кирчо Минов, ДООЕЛ "Бучим" - Радовиш
- > Славољуб Алексиќ, ДООЕЛ "Дејони" - Радовиш
- > Горан Сарафимов, ФЕНИ - Индустири, Кавадарци
- > Мико Георгиев, "Немешали-Огражден", Струмица
- > Мико Димитровски, "К.Комери", Велес

Меѓународен научен совет :

- ❖ Проф. д-р Стојан Здравев, РГФ - Штип, Реп. Македонија,
- ❖ Проф. д-р Слободан Вукиќ, РГФ - Белград, СЦГ,
- ❖ М-р Томо Беновиќ, Рудници и ТЕ "Узлевиќ", БиХ,
- ❖ Доц. д-р Жељко Вукелиќ, НСТФ, Љубљана, Словенија,
- ❖ Проф. д-р Јани Бакалбаши, МПТИ, Тирана, Албанија,
- ❖ Асоц. проф. д-р Венцислав Иванов, МГУ "Иван Рилски",
Софија, Бугарија

ОПТИМИЗАЦИЈА НА ПАРАМЕТРИТЕ НА ПОДЕТАЖНАТА МЕТОДА СО ЗАРУШУВАЊЕ ПРИМЕНЕТА ВО РУДНИКОТ "САСА"

OPTIMIZATION OF THE PARAMETERS OF SUBLEVEL CAVING METHOD ON THE EXAMPLE OF THE SASA MINE

Зоран Десподов¹, Слободан Марковски², Сашо Николов²

Апстракт: Подетажната метода со зарушување на рудата и соседните карпи во рудникот "Саса" се применува од почетоците на неговото експлоатирање и тоа во главно за откопување на рудните тела, чии кровински карпи (шкрилци) се склони кон зарушување. За одредување на оптималните параметри на подетажната метода со зарушување (Шведската варијанта) биле вршени експериментални испитувања на модели од еквивалентни материјали кои траеле подолг временски период и ангажирале поголем број на испитувачи и средства. Во овој труд се предлага методологија за оптимизација на геомеханичките параметри на подетажната метода со зарушување, со математичко моделирање и примена на сметачи, како многу поефикасна постапка во споредба со претходно наведената.

Клучни зборови: оптимизација, метода, зарушување, подетажни ходници, искористување, осиромашување

¹Рударско-геолошки факултет, ул.Гоце Делчев бр.89, Штип

²Рудник "САСА МР", Македонска Каменица

Abstract:

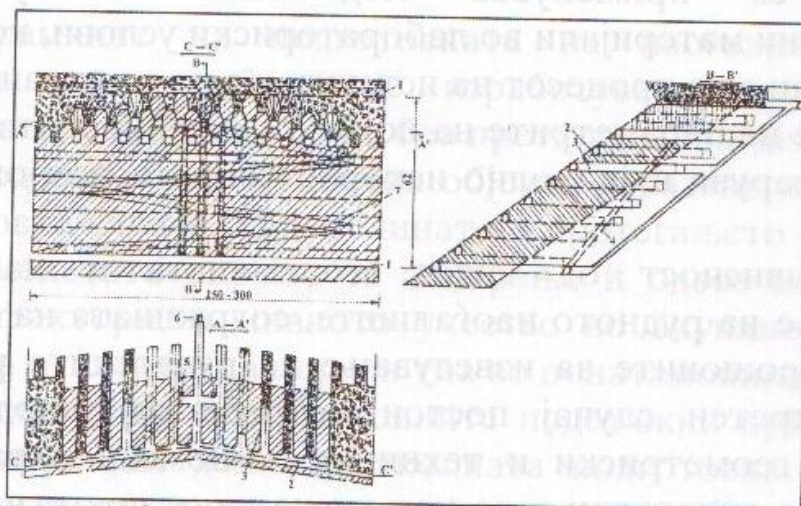
The sublevel method of caving of the ore and wallrocks in the Sasa Mine has been used since the mine was put into operation. It is used mainly for excavation of ore bodies whose hanging wallrocks (schists) are prone to caving. Experimental studies were carried out on equivalent materials for the determination of optimal parameters of sublevel caving (Swedish variant). The experiments lasted for quite some time and demanded a good amount of funds. The paper suggests a method for optimization of geometric parameters in sublevel caving with mathematical modeling and computer application as a more efficient approach compared with the one mentioned before.

Key words: Optimization, method, caving, sublevel drifts, recovery, and dilution.

1. ВОВЕД

Во рудникот "Саса", методата на подетажно откопување со зарушување на рудата и соседните карпи се применувала во повеќе нејзини варијанти и се усовршувала како со усовршувањето на механизацијата за дупчење така и со усовршувањето на товарно-транспортната механизација.

Денес во примена е подетажна метода со зарушување т.н. шведска варијанта, која е прикажана на подолната слика 1.



сл.1. Подетажна методата со зарушување (шведска варијанта) применета за откопување на рудата во рудникот "Саса":

1 - извозен ходник; 2 - подетажен ходник; 3 - подетажен пречник; 4 - рудна маса; 5 - жаловинска маса; 6 - уској за проветрување; 7 - откопна рампа

Подготвителните објекти за оваа метода се состојат од изработка на:

- рудна сипка;
- јаловинска сипка;
- откопна рампа;
- ускопи за проветрување и
- подетажни ходници.

Подетажните ходници се изработуваат во руда, во кровинскиот дел на рудното тело до границите на откопниот блок.

Непосредната откопна подготовка се состои од изработка на пречници до подината на оруднувањето односно неколку метри и во јаловина поради потфаќањето на рудата. Висинското растојание помеѓу подетажите изнесува 6.5 m, а растојанието меѓу пречниците 5.5 m. Профилот на подетажните ходници и пречниците се движи во интервал од 7 до 9 m. Подградување на ходниците најчесто се врши по потреба. Еден дел од рудата се добива во фазата на подготовка, а непосредното откопување започнува со дупчење и минирање на лепези од откопните пречници, со должина на минските дупки од 10 до 14 m.

Подетажната метода со зарушување била предмет на многубројни научни истражувања со цел да се одредат нејзините параметри и нивните оптимални односи. При тоа најмногу се применуваа моделските испитувања на еквивалентни материјали во лабораториски услови, кои имаа за цел изучување на процесот на истекување на минираната руда и одредување на параметрите на појасот на минираната руда, при кои се остварува најповолно искористување и осиромашување на рудата.

Во зависност од видот, големината и начинот на залегнување на рудното наоѓалиште, содржината на метали во рудата и трошоците за изведување на рударските работи, за секој конкретен случај постои потреба од утврдување на основните геометриски и техничко-економски параметри на методата на откопување, со кои може да се постигне најдобра економичност при откопување на наоѓалиштето. Овде пред сè се мисли на:

- растојанието помеѓу подетажните ходници(пречници);
- висината помеѓу подетажите;

- големината на искористувањето и осиромашувањето на рудата.

Растојанието помеѓу подетажните пречници и нивната меѓусебна положба ја условуваат големината на коефициентот на подготовка на наоѓалиштето кое се откопува, а со тоа и трошоците на откопување. Трошоците за подготовка најчесто се изразуваат преку следната математичка зависност:

$$T_p = k_p \cdot c_{ih} \quad (1)$$

каде се:

T_p – трошоци за подготовка по 1 тон добиена руда, \$/t;

k_p – коефициент на подготовка, m/t;

c_{ih} – цена на изработка на јамската просторија, \$/m;

Појавата на загуби и осиромашување на рудата при откопувањето исто така условува соодветни трошоци. Бидејќи овие техничко-економски параметри се меѓусебно зависни произлегува дека и трошоците поврзани со нив се меѓусебно зависни, па поради тоа постои оправдување дека од нивната анализа можат да се изнајдат оптималните геометриски параметри на откопната метода, кои ќе овозможат остварување на најниски трошоци за добивање на рудата.

2. ОДРЕДУВАЊЕ НА ТРОШОЦИТЕ ЗА ПОДГОТОВКА

Во рамките на подготовката на наоѓалиштето или конкретен откопен блок се изработуваат простории на подготовка за откопување кои беа претходно наведени. Обемот на некои од овие подготвителни објекти изразени преку коеф. на подготовка зависи од дебелината и протегањето на рудното тело, применетата опрема за товарење и одвоз на рудата и останати фактори, и нивното учество во вкупниот обем на подготовка е помало, па поради тоа во понатамошниот текст ќе бидат разгледувани само откопните подетажни пречници кои зафаќаат најголем дел од откопната подготовка. Коеф. на подготовка за откопните пречници може да се изрази преку следниот израз:

$$k_p = \frac{1}{B \cdot H \cdot \gamma}, \quad \frac{m}{t} \quad (2)$$

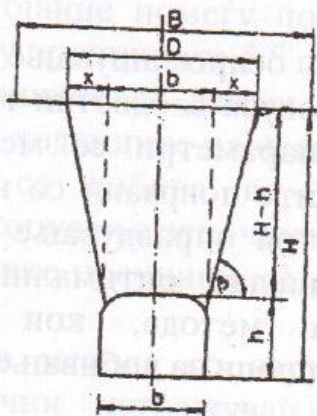
каде се:

H - висинска разлика меѓу подетажите, m

B - растојание меѓу оските на подетажните пречници, m

γ - волуменска маса на рудата, t/m³

Односот помеѓу висината на подетажата и растојанието помеѓу оските на пречниците е условен од геометријата и методата на откопување и аголот на наклон на крајните дупчотини во лепезите, како што се гледа од долната слика:



сл.2. Геометриски елементи на подетажајата

Висината на подетажата е:

$$H = \frac{1}{2} \cdot (B - 2 \cdot b) \cdot \operatorname{tg} \beta + h \quad (3)$$

Ако овој израз за вредноста на H, го замениме во изразот (2) се добива дека:

$$k_p = \frac{1}{[(0.5 \cdot B^2 - B \cdot b) \cdot \operatorname{tg} \beta + B \cdot h] \cdot \gamma} \quad (4)$$

Па, трошоците за изработка на подетажните пречници можат да се изразат преку следниот математички израз:

$$T_p = \frac{c_{ih}}{[(0.5 \cdot B^2 - B \cdot b) \cdot \operatorname{tg} \beta + B \cdot h] \cdot \gamma}, \text{ \$}/\text{t} \quad (5)$$

Со задавање на вредности на параметрите во изразот (5) за конкретни услови за примена на методата со подетажно зарушување во реворот "Свиња Река" во рудникот "Саса", може да се добие математичкиот израз за трошоците за подготовка:

$$T_p = \frac{c_{ih}}{5.598 \cdot B^2 - 25.5 \cdot B} \text{ \$}/\text{t} \quad (6)$$

Промената на трошоците на подготовка во зависност од промената на растојанието помеѓу пречните ходници е прикажана на сл.3.

3. ОДРЕДУВАЊЕ НА ТРОШОЦИТЕ ПРОИЗЛЕЗЕНИ ОД ЗАГУБИТЕ НА РУДА

Во процесот на истекување на одминираната руда, загуби настануваат како резултат на:

- остатокот на руда во "клинот" на подетажните ходници, заради неможноста рудата да биде зафатена со лопатата на товарно-транспортната машина;
- заради тоа што дел од рудата, зафатена со елипсоидот на точење, не е источена до крај, поради големо мешање со јаловина;
- делот од рудата останува надвор од просторот зафатен со елипсоидот на точење, ако блокот на руда, кој се минира, не одговара приближно на елипсоидот на точење.

Загубената количина на руда, условува економски загуби (штети) поради загубата на вредноста, која одговара на добивката од секој тон добиена руда. За разлика од другите загуби на рудата, кои се јавуваат при примена на друга метода за откопување кај методата на откопување со зарушување се губи оној дел од руда во кој се вложени и трошоците на

добивање на таа иста руда т.е. трошоците за дупчење и минирање на рудата.

Од друга страна пак, економските загуби настануваат поради зголемувањето на трошоците за добивање на рудата, односно оние трошоци кои се направени до моментот на соборување на рудата во откопот, а кои се однесуваат на помало количество на руда, која може да се добие од откопниот блок или рудното тело.

Од тие причини сите трошоци за добивање на руда ги делиме на два дела при што е:

$$T_d = T_1 + T_2, \$/t \quad (7)$$

T_d - трошоци за добивање на рудата, $$/t$;

T_1 - трошоци кои се направени до моментот на соборување на рудата во откопите, $$/t$;

T_2 - трошоци за товарање на рудата и понатамошни третмани на истата, $$/t$.

Трошоците на загубите при откопувањето изнесуваат:

$$T_g = \frac{Q_g}{Q_{rm}} \cdot (W_r - T_d) = \frac{k_g}{k_{rm}} \cdot (W_r - T_d), \$/t \quad (8)$$

T_g - трошоци произлезени од загубите на рудата при откопувањето, $$/t$;

Q_g - количина на руда во рудното тело или откопниот блок, t ;

Q_{rm} - количина на добиена рудна маса, t ;

W_r - вредност на рудата за рударење, т.е. на она ниво за кое се разгледуваат трошоците на добивање, $$/t$;

k_g - коефициент на загуби на руда;

k_{rm} - коефициент на рудната маса (т.е. коеф. на добивање);

4. ОДРЕДУВАЊЕ НА ТРОШОЦИТЕ ОД ОСИРОМАШУВАЊЕТО НА РУДАТА

Намалената економичност при добивањето и преработката на рудата, поради присуството на јаловина во неа, е сразмерна со количината на јаловина и трошоците од самиот третман на рудната маса од моментот на настанување на осиромашувањето на истата, а може да се изрази на следниов начин:

$$T_o = k_o \cdot (T_u + T_{tr} + T_{dr} + T_{iz} + T_f + T_{fk} + W_{gr}), \$/t \quad (9)$$

T_u - трошоци на товарање, $\$/t$;

T_{tr} - трошоци на транспорт, $\$/t$;

T_{iz} - трошоци на извоз, $\$/t$;

T_{dr} - трошоци на дробење, $\$/t$;

T_f - трошоци на флотација, $\$/t$;

Во последната релација W_{gm} ни ги покажува трошоците поради загубата на метал во процесот на флотациска преработка, а која се јавува поради големото присуство на јаловина во рудната маса, а трошоците T_{fk} ги претставуваат зголемените трошоци на флотираната руда, а кои се јавуваат исто така заради зголемената количина на јаловина во процесот на флотација.

Вредноста на 1 тон руда (W_r) е пресметана врз основа на вкупната вредност на 1 тон колективен концентрат (W_k) (олово + цинк), односно:

$$W_r = \frac{W_k}{Q_r}, \$/t \text{ руда} \quad (10)$$

Вкупните трошоци (економски штети) изнесуваат:

$$T_v = T_p + T_g + T_z, \$/t \quad (11)$$

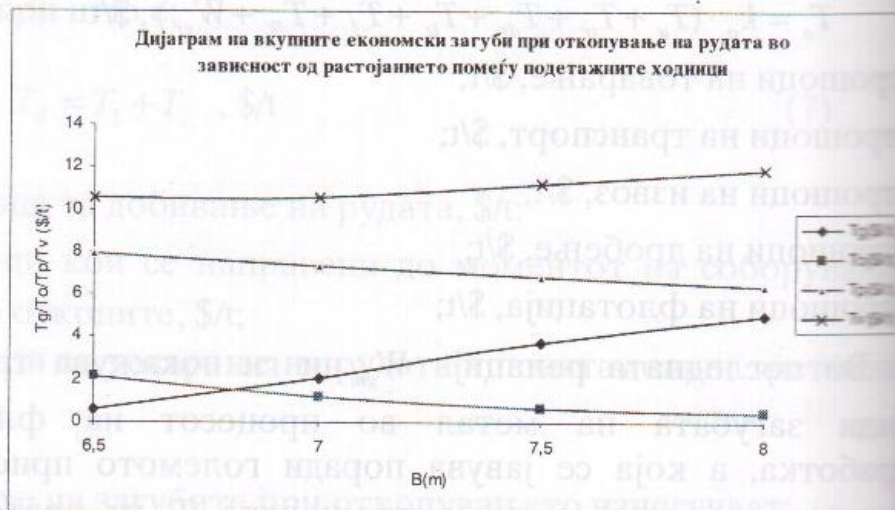
и тие графички се прикажани на слика 3.

Економската ефикасност на методата за откопување се одредува по образецот:

$$E_{mo} = W_r - T_v, \$/t \quad (12)$$

ЗАКЛУЧОК

Врз основа на математичките зависимости прикажани во претходниот текст, изработена е компјутерска програма во програмскиот јазик C++, во кој е вршена варијација на растојанието меѓу пречниците во зависност од коефициентот на искористување и вкупните трошоци на откопување, и е добиено оптималното растојание да изнесува $B=7m$, за кое вкупните трошоци на откопување се минимални. Тоа може да се види од долниот дијаграм.



сл. 3 Функционална зависност на растојанието меѓу пречниците и трошоците на откопување

ЛИТЕРАТУРА

1. Christopher Grant Alford: *Computer simulation models for the gravity flow of ore in sublevel caving*, master thesis (unpublished), Department of Mining, University of Melbourne, 1978.
2. Ивановски, С.: *Придонес во одредувањето на параметриите за методот на подејтажно зарушување, со експериментални испитувања на модели на техничко-економски аспекти, за рудни тела со благ наод и погодна моќност, со посебен осврт на оловно цинковото лежиште "Свиња Река"*, докторска дисертација (непублицирана), РГФ-Штип, 1986.
3. Miličević, Ž., Stanujkić, D., Milić, V.: *Optimizacija parametara metoda podetažnog zarušavanja*, II Simpozijum o primeni matematičkih metoda računara u rudarstvu, geologiji i metalurgiji, Komitet za primenu matematičkih metoda i računara u geologiju, rudarstvu i metalurgiji, Beograd, 1991.